

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-205849

(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.Cl. H04Q 7/36
H04J 3/00
H04L 7/00

(21)Application number : 10-005713

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

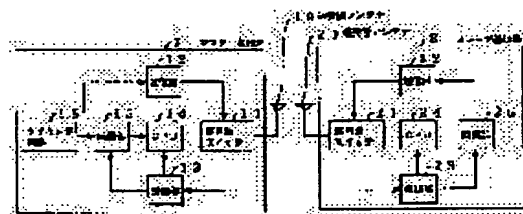
(22)Date of filing : 14.01.1998

(72)Inventor : KOTANI GENSAI

(54) METHOD FOR ESTABLISHING INTER-BASE STATION SYNCHRONIZING TIMING AND TDMA SYSTEM**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To establish synchronization by a slave base station and to reduce the load of a master base station by changing various transmission timing, detecting the range of transmission timing, which can be received in the master base station and setting appropriate transmission timing by the slave base station.

SOLUTION: A slave base station 2 receives a frame signal from a master base station 1, demodulates it and synchronizes it with the transmission timing of a self-station in a synchronization part 25 so as to set it to an initial timing I. An inter-base station synchronization request signal is transmitted to the master base station 1 with the transmission timing I, timing obtained by advancing I by one clock and timing obtained by delaying I by one clock. The master base station 1 returns a response signal, when it is able to synchronize the signal to the synchronization request signal. The slave base station 2 determines the range of the fastest transmission timing and the slowest timing, when the response signal is received, to be the timing which can be synchronized, and sets the center value as the optimum transmission timing. Thus, a processing of the master base station can be relaxed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3456134

[Date of registration] 01.08.2003

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の要素を有する基地局間同期化タイミング確立方法 (a) 所定のタイミングで同期要求信号を送信するステップ、(b) 上記同期要求信号に対する応答信号を検出するステップ、(c) 上記同期要求信号の送信タイミングを順次変更するステップ、(d) 上記同期要求信号に対する応答が得られる送信タイミングの範囲を求めるステップ、(e) 求めた送信タイミングの範囲を基に適切な送信タイミングを求めるステップ。

【請求項2】 送信タイミングの範囲を上記所定のタイミングを1クロックずつ早める又は、遅らせていくことを特徴とする請求項1に記載の基地局間同期化タイミング確立方法。

【請求項3】 上記適切な送信タイミングを、求めた送信タイミングの範囲の中央値とすることを特徴とする請求項1又は2に記載の基地局間同期化タイミング確立方法。

【請求項4】 下記の要素を有する基地局間同期化タイミング確立方法 (a) 第1の基地局において、所定のタイミングで同期要求信号を送信するステップ、(b) 第2の基地局において、上記同期要求信号を受信するステップ、(c) 上記第2の基地局において、上記同期要求信号を受信した受信タイミングと自己の最適受信タイミングとの差を検出するステップ、(d) 検出したタイミングの差を上記同期要求信号の応答信号の情報の一部として送信するステップ、(e) 上記第1の基地局において、上記同期要求信号に対する応答信号を検出するステップ、(f) 上記応答信号の中の上記情報を基に適切な送信タイミングを求めるステップ。

【請求項5】 下記の要素を有する基地局間同期化タイミング確立方法 (a) 各基地局間の距離データを求めるステップ、(b) 求めた各基地局間の距離データを所定の装置に登録するステップ、(c) 上記所定の装置から各基地局に上記距離データを送信するステップ、(d) 上記距離データを基に基地局間のデータ遅延時間を算出するステップ、(e) 算出した遅延時間を基に適切な送信タイミングを算出するステップ。

【請求項6】 下記の要素を有する基地局間同期化タイミング確立方法 (a) 各基地局間の距離データを求めるステップ、(b) 求めた各基地局間の距離データを所定の装置に登録するステップ、(c) 上記所定の装置から第1の基地局に上記距離データを送信するステップ、(d) 第1の基地局から第2の基地局に上記距離データを送信するステップ、(e) 第2の基地局において、上記距離データを基に第1の基地局と第2の基地局との間のデータ遅延時間を算出するステップ、(f) 第2の基地局において、算出した遅延時間を基に適切な送信タイミングを算出するステップ。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の基地局間同期化タイミング確立方法を備えたTDM

Aシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、複数の基地局を有し、時分割多重方式(TDMA: Time Division Multiplex Access)を用いるWLL(Wireless Local Loop)、またはPHS(Personal Handy Phone System)等のシステムにおいて、基地局間の距離に起因して発生する電波の伝搬遅延による基地局間の干渉に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の基地局を設けて、各基地局が移動局との間でTDMAにより送受信を行うPHS等の移動体通信システムにおいては、各基地局の送受信信号のフレーム同期がとれていないと、隣接する基地局からの送受信信号により、連続する複数のタイムスロットが干渉を受ける。このため、そのタイミングの無線チャネルを使用することができなくなり、電波の有効利用が図れなくなってしまう。このため、各基地局で送信するフレーム信号の同期をとるために複数の基地局の中からマスター基地局を選定し、残りの基地局をスレーブ基地局としてマスター基地局のフレームのタイミングにスレーブ基地局のタイミングを合わせるようにしている。

【0003】図8は、上記マスター基地局とスレーブ基地局との同期の関係を示す図である。この例の場合、フレームは送信部4スロット(T1～T4)、受信部4スロット(R1～R4)で構成されていて、各スロット間にはガードビットが設けられている。図8において、1はマスター基地局、2はスレーブ基地局である。図8(a)はマスター基地局1が送信する送信フレームとスレーブ基地局2が受信する受信フレームを示し、図8(b)はスレーブ基地局2がスロットR1で受信して、スロットT1に送信データを埋め込んで送信し、これをマスター基地局1が、スロットR1で受信した例である。この場合には、基地局間の距離が短いので、信号の遅延はガードビットの範囲内に収まり、マスター基地局1において隣接スロット間の干渉は起こらない。

【0004】しかし、基地局間の距離が大きい場合には、信号の伝搬遅延がガードビットの範囲内に収まらなくなる。図8(c)、(d)はこの例を示したもので、図8(c)は、図8(a)のスロットR1で受信したデータに対し、スレーブ基地局2が、スロットT1にデータを埋め込んで送信し、マスター基地局1がスロットR1で受信した例である。図に示すようにスロットR1のデータがガードビットの間に収まらず、次のスロットにまでずれて、マスター基地局1においてタイミングの干渉が発生している。図8(d)は、この関係を拡大したものである。

【0005】この問題を解消するために、特開平9-1

48978号公報においては、マスター基地局からの送信信号を受けたスレーブ基地局が返信する信号を基にしてマスター基地局において、各スレーブ基地局に対する伝搬時間の遅延量を調整する方法により解決しようとしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平9-148978号公報に開示されている方法では、マスター基地局が全てのスレーブ基地局に対して調整を行わなければならない、スレーブ基地局の数が増えるとマスター基地局における処理が複雑になってしまうという問題があった。

【0007】この発明は、以上のような問題点を解決するためになされたもので、基地局間の距離に起因して発生する基地局間の干渉を、スレーブ基地局に簡単な処理を追加することによりスレーブ基地局における適切な送信タイミングを得て、基地局間の同期を確立する方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る基地局間同期化タイミング確立方法は、下記の要素を有するようにして適切な送信タイミングを得るようにしたものである。

(a) 所定のタイミングで同期要求信号を送信するステップ、(b) 上記同期要求信号に対する応答信号を検出するステップ、(c) 上記同期要求信号の送信タイミングを順次変更するステップ、(d) 上記同期要求信号に対する応答が得られる送信タイミングの範囲を求めるステップ、(e) 求めた送信タイミングの範囲を基に適切な送信タイミングを求めるステップ。

【0009】また、上記送信タイミングの範囲を上記所定のタイミングを1クロックずつ早める又は、遅らせて求めて求めるようにしたものである。

【0010】また、適切な送信タイミングを、求めた送信タイミングの範囲の中央値とするようにしたものである。

【0011】また、下記の要素を有するようにして適切な送信タイミングを得るようにしたものである。

(a) 第1の基地局において、所定のタイミングで同期要求信号を送信するステップ、(b) 第2の基地局において、上記同期要求信号を受信するステップ、(c) 上記第2の基地局において、上記同期要求信号を受信した受信タイミングと自己の最適受信タイミングとの差を検出するステップ、(d) 検出したタイミングの差を上記同期要求信号の応答信号の情報の一部として送信するステップ、(e) 上記第1の基地局において、上記同期要求信号に対する応答信号を検出するステップ、(f) 上記応答信号の中の上記情報を基に適切な送信タイミングを求めるステップ。

【0012】また、下記の要素を有するようにして適切

な送信タイミングを得るようにしたものである。

(a) 各基地局間の距離データを求めるステップ、(b) 求めた各基地局間の距離データを所定の装置に登録するステップ、(c) 上記所定の装置から各基地局に上記距離データを送信するステップ、(d) 上記距離データを基に基地局間のデータ遅延時間を算出するステップ、(e) 算出した遅延時間を基に適切な送信タイミングを算出するステップ。

【0013】また、下記の要素を有するようにして適切な送信タイミングを得るようにしたものである。

(a) 各基地局間の距離データを求めるステップ、(b) 求めた各基地局間の距離データを所定の装置に登録するステップ、(c) 上記所定の装置から第1の基地局に上記距離データを送信するステップ、(d) 第1の基地局から第2の基地局に上記距離データを送信するステップ、(e) 第2の基地局において、上記距離データを基に第1の基地局と第2の基地局との間のデータ遅延時間を算出するステップ、(f) 第2の基地局において、算出した遅延時間を基に適切な送信タイミングを算出するステップ。

【0014】また、TDMAシステムにおいて、上記に記載の基地局間同期化タイミング確立方法のいずれかを備えるようにしたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】実施の形態1 図1は、この発明の実施の形態1に係るマスター基地局とスレーブ基地局との間のフレーム同期に必要な部分の構成を示す図である。図において、1はマスター基地局で、送受信アンテナ10、送受信アンテナ10をフレーム信号等を送信する送信部12またはフレーム信号等を受信する受信部13のいずれかに切り換える高周波スイッチ11、マスター基地局全体の処理を行うCPU14(メモリを含む)、受信したフレーム信号を自局のタイミングで同期する同期部15及びフレーム信号を出力するタイミング回路16を備えている。

【0016】2はスレーブ基地局で、送受信アンテナ20、送受信アンテナ20をフレーム信号等を送信する送信部22またはフレーム信号等を受信する受信部23のいずれかに切り換える高周波スイッチ21、マスター基地局全体の処理を行うCPU24、及び受信して得たフレーム信号に自局のフレーム信号を同期させる同期部26を備えている。

【0017】図2はこの発明における実施の形態1の概念を示す図である。図2(a)において、1はマスター基地局、2、3及び4はスレーブ基地局である。各スレーブ基地局2、3、4はマスター基地局1に対して基地局間同期要求を制御チャネルを使用して送信する。この送信信号のタイミングを種々変更することにより、図2(b)に示すように、マスター基地局1が受信可能なタイミングの範囲を求める。

【0018】図3及び図4は、この実施の形態1における、スレーブ基地局2～4の詳細な動作を示すフローチャート図である。以下この実施の形態1における動作を図を参照しながら説明する。

【0019】マスター基地局1はタイミング回路16で生成されたフレーム信号を所定のスロットで送信部12、高周波スイッチ11を介して送信する。スレーブ基地局2は、送受信アンテナ20で捕捉したマスター基地局からのフレーム信号を高周波スイッチ21を介して受信する。受信回路23で再生されたフレーム信号を同期回路25で自局の送信タイミングに同期させる。このときのタイミング（初期設定のタイミング） i を I とする（ステップS10）。

【0020】スレーブ基地局2は、この送信タイミングで、送信部22、高周波スイッチ21を介して基地局間同期要求をマスター基地局1に対して送信する（ステップS11）。スレーブ基地局2はマスター基地局1からの応答を待つ。マスター基地局1はスレーブ基地局2からの同期要求信号を同期できれば応答信号を返す。スレーブ基地局2は、この応答を受信すると送信タイミングを1クロック進めて（ステップS13）、同期要求を送信する（ステップS14）。以降スレーブ基地局2は、マスター基地局1が応答できる間送信タイミングを1クロックずつ進めて同期要求を送信する動作を繰り返す（ステップS16～ステップS15）、最も早めた送信クロックタイミングを検出し、これをメモリに格納しておく（ステップS17）。

【0021】次に、スレーブ基地局2は、初期設定の送信タイミング I を1クロックずつ遅らせて同期要求を送信して、マスター基地局1が同期できる送信タイミングを検出し（ステップS17～ステップS21）、そのタイミングをメモリに格納しておく（ステップS22）。

【0022】以上のようにして求めた、初期設定の送信タイミング（ $i = I$ ）に対して最も早い送信タイミングが+2クロックで、最も遅い送信タイミングが-4クロックであったとすると、最適な送信タイミングは、初期設定の送信タイミング（ $i = I$ ）に対して（+2 -4）/2 = -1、すなわち初期設定の送信タイミングに対して1クロック遅らせたタイミングである。図5はこれを図示したものである。

【0023】図4は初期設定の送信タイミング（ $i = I$ ）が不適切で、スレーブ基地局2からの同期要求にマスター基地局1が最初から応答できなかったとき（図3のステップS12で応答受信がNのとき）の処理を示すフローチャート図である。以下、このフローチャート図を参照しながら説明する。

【0024】送信タイミングを1クロック早めて（ステップS30）、同期要求を送信して（ステップS31）、マスター基地局1からの応答を待ち（ステップ

S32）、応答がなければ送信タイミングを1クロックずつ早めていき（ステップS34）、早めたクロック数が所定の値になったか否かを判断して（ステップS33）、所定の値となれば、これ以上クロックを早めても無駄と判断して、送信クロックを初期設定のタイミング（ $i = I$ ）より1クロック遅らせたタイミングで同期要求を送信する（ステップS35）。

【0025】一方、送信タイミングを1クロックずつ早めて行く間にマスター基地局1からの応答を受信できたときには、そのときの値をメモリに格納しておいて（ステップS50）、これを最も遅れた送信タイミングとみなす。さらに送信タイミングを早めていって、最も早い送信タイミングを検出し（ステップS51～ステップS53）、この値をメモリに格納する（ステップS54）。以上の処理により、最適な送信タイミングを得ることができる。

【0026】送信タイミングを進めていっても、マスター基地局からの応答が得られなかったときには、上述のように送信タイミングを初期設定から1クロック遅らせて（ステップS35）、同期要求を送信（ステップS36）して、マスター基地局1からの応答を待ち（ステップS37）、応答がなければさらに1クロックずつ送信タイミングを遅らせていき（ステップS39）、所定のタイミングまで遅らせても応答がないときには（ステップS38）、同期不能として（ステップS40）アラームを出す（ステップS41）。

【0027】一方、あるタイミングで応答が得られたときには、そのときの値をメモリに格納しておいて（ステップS60）、これを最も早い送信タイミングとみなす。さらに送信タイミングを遅らせていって、最も遅い送信タイミングを検出し（ステップS61～ステップS63）、この値をメモリに格納する（ステップS64）。以上の処理により、最適な送信タイミングを得ることができる。

【0028】なお、上記実施例においては、送信タイミングを1クロックずつ変化させて同期要求を送信するようにしたが、この方法に限らず、最初は複数クロック変化させ、限界近くで1クロックずつ変化させるようにしても良い。また、初期設定した、送信タイミングを早める方向と、遅らす方向とを交互に行うようにしても良い。また、送信タイミングの範囲が広い場合には、必ずしも最も遅らせた送信タイミングと最も早めた送信タイミングとの中央値に送信タイミングを設定する必要はない。

【0029】以上のように、この上記実施の形態1によれば、スレーブ基地局だけの処理により、適切な送信タイミングを得ることができる。

【0030】実施の形態2。図6はこの実施の形態2におけるマスター基地局とスレーブ基地局との動作を説明するフローチャート図である。以下、図1、6を用いて

動作を説明する。マスター基地局1はタイミング回路16で生成されたフレーム信号を所定のスロットで送信部12、高周波スイッチ11を介して送信する。スレーブ基地局2は、送受信アンテナ20で捕捉したマスター基地局からのフレーム信号を高周波スイッチ21を介して受信する。受信回路23で再生されたフレーム信号を同期回路25で自局の送信タイミングに同期させる。このときのタイミング(初期設定のタイミング) i を I とする(ステップS70)。なお、マスター基地局1は、自身の受信タイミングの最適値をフレームカウンタを基にCPU14で計算しておいてその値をメモリに格納しておく(ステップS80)。

【0031】スレーブ基地局2は、この送信タイミングで、送信部22、高周波スイッチ21を介して基地局間同期要求をマスター基地局1に対して送信する(ステップS71)。スレーブ基地局2はマスター基地局1からの応答を待つ。マスター基地局1はスレーブ基地局2からの同期要求信号を受信すると(ステップS81)、この受信タイミングをメモリに格納しておいた最適受信タイミングとの差をクロック数で求める(ステップS82)。この値を T とする。求めた受信タイミングの差 T をスレーブ基地局2への応答信号の中に情報として埋め込んで応答信号を送信する(ステップS83)。スレーブ基地局2は、この応答信号を受信すると、応答信号の中に埋め込まれているマスター基地局1における受信タイミング差データ T を取りだして(ステップS72)、このデータを基に送信タイミングを $(I + T)$ に設定する(ステップS73)。

【0032】以上のように、この実施の形態2によれば、簡単な処理により最適な送信タイミングを設定することができる。

【0033】実施の形態3。図7はこの発明の他の実施の形態を示す図である。図において、1はマスター基地局、2、3及び4はスレーブ基地局、5はマスター基地局1を制御する制御装置である。この実施の形態2においては、各基地局の設置位置は、既知であるので、各基地局間の距離が予め計算可能であることを利用して信号の伝搬遅延時間を計算して最適な送信タイミングを得るものである。

【0034】マスター基地局1とスレーブ基地局2、3、4との距離をそれぞれ d_1 、 d_2 、 d_3 とする。また、スレーブ基地局2とスレーブ基地局3との間の距離、スレーブ基地局2とスレーブ基地局4との間の距離、スレーブ基地局4とスレーブ基地局2との間の距離をそれぞれ、 d_{12} 、 d_{13} 、 d_{23} とする。

【0035】以上の各基地局間の距離データを制御装置5に登録しておいて、初期設定のときにこのデータを各基地局に送信する。すなわち、制御装置5は、マスター基地局1には d_1 、 d_2 、 d_3 を、スレーブ基地局2には d_1 、 d_{12} 、 d_{31} を、スレーブ基地局3には d_2 、 d_{12} 、 d_{23} を、スレーブ基地局4には d_3 、 d_{23} 、 d_{31} を送信する。各スレーブ基地局2、3、4では、信号の伝搬遅延時間をCPUで計算して求める。すなわち、受信したマスター基地局1との距離を電波の伝搬速度で割り算することにより求める。そして、求めた遅延時間から適切な送信タイミングを求める。

【0036】以上のようにこの実施の形態3においては、スレーブ基地局だけで簡単に適切な送信タイミングを算出できる。また、全ての基地局に対して、関係する基地局間の距離データを送信するようにしたので、マスター基地局がダウンしたとき、またはマスター基地局とスレーブ基地局とを入れ替える等の処理を容易に行うことができる。また、初期設定における、マスター基地局とスレーブ基地局との間での無線手順が簡素化できる。

【0037】実施の形態4。この実施の形態4は、実施の形態3を変形したものである。実施の形態4においては、各基地局間の距離を制御装置から各基地局に対して、その基地局と他の基地局との距離データを送信するようにしていたが、制御装置5は、基地局間の距離に関する全てのデータをマスター基地局1に送信し、マスター基地局1が、このデータをそれぞれのスレーブ基地局2~4に対して振り分けて送信するようにしたものである。このようにしても実施の形態3と同等の効果を得ることができる。

【0038】【発明の効果】以上のように、この発明によれば、送信タイミングを種々変更して、マスター基地局で受信可能な送信タイミングの範囲を検出するようにしたので、適切な送信タイミングを設定することができる。

【0039】また、送信タイミングを1クロックずつ変えてマスター基地局で受信可能か否かを検出するようにしたので、簡単な論理で検出プログラムを作成することができる。

【0040】また、検出した送信タイミングの範囲の中央値を送信タイミングとして設定するようにしたので、最適な送信タイミングを得ることができる。

【0041】また、マスター基地局が自身の受信タイミングの最適値と受信した受信タイミングとのタイミングの差をスレーブ基地局に知らせるようにしたので、スレーブ基地局における適切な送信タイミングを容易に設定することができる。

【0042】また、各基地局間の距離データを制御装置が一括して管理し、このデータを各基地局に送信するようにしたので、信号の伝搬遅延時間を簡単に計算することができ、適切な送信タイミングを設定することができる。また、マスター基地局を他の基地局に設定することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1に係る関連するハードウェア部分の構成を示す図である。

- 【図2】 実施の形態1 の概念を示す図である。
 【図3】 実施の形態1 における動作を示すフローチャート図である。
 【図4】 実施の形態1 における動作を示すフローチャート図である。
 【図5】 実施の形態1 における適切な送信タイミングの設定例を示す図である。
 【図6】 実施の形態2 の動作を説明するフローチャート図である。
 【図7】 実施の形態3 及び実施の形態4 を説明する図

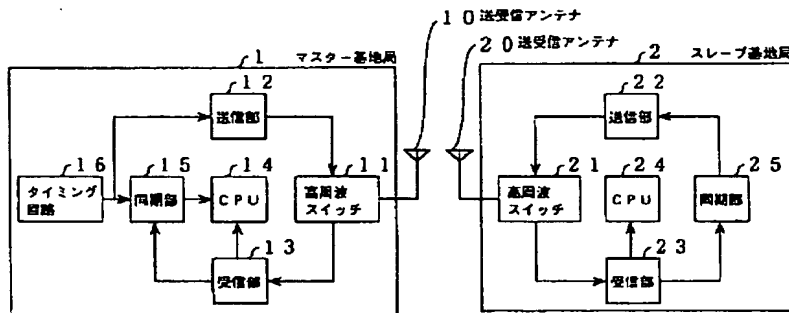
である。

【図8】 従来におけるスロットの干渉を説明する図である。

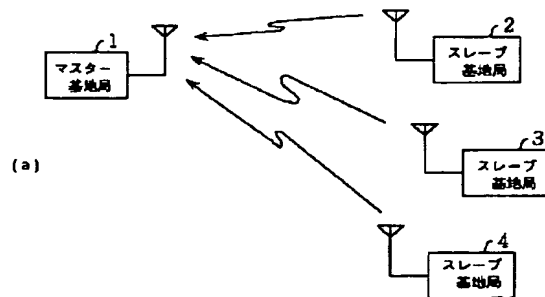
【符号の説明】

1 マスター基地局、2、3、4 スレーブ基地局、5 制御装置、10、20 送受信アンテナ、11、21 高周波スイッチ、12、22 送信部、13、23 受信部、14、24 CPU、15、25 同期部、16 タイミング回路。

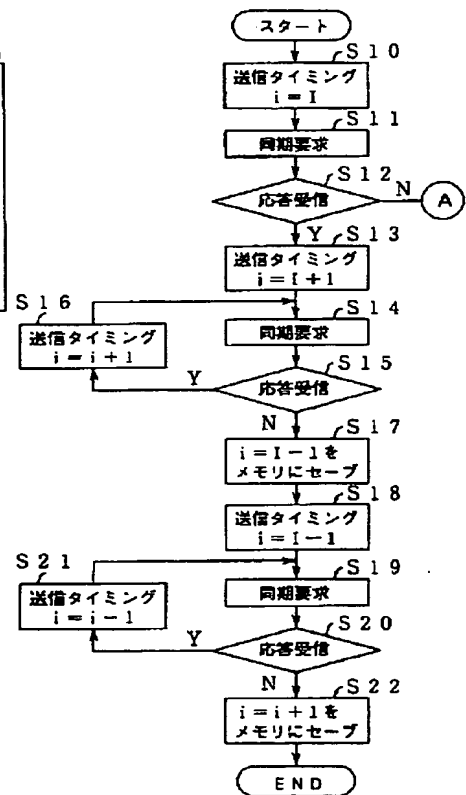
【図1】



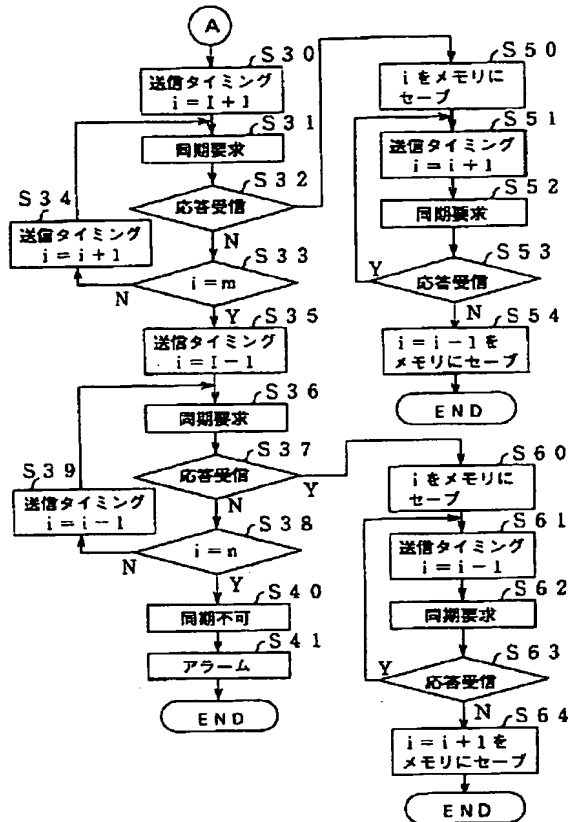
【図2】



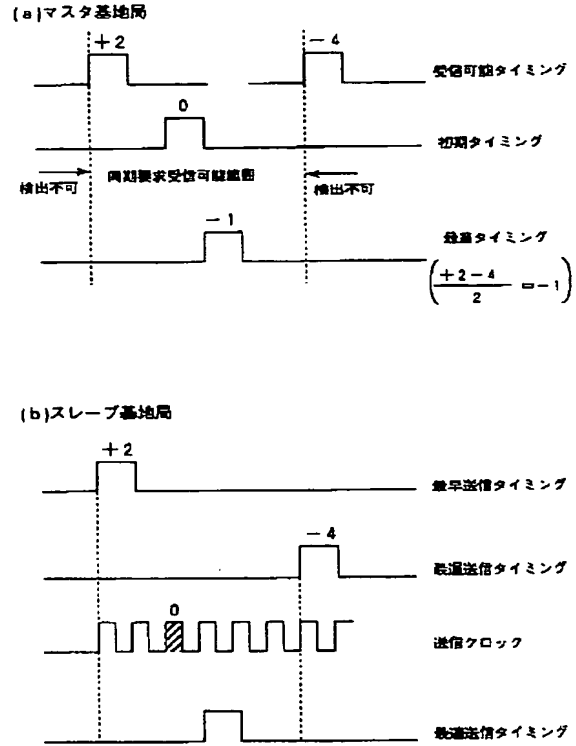
【図3】



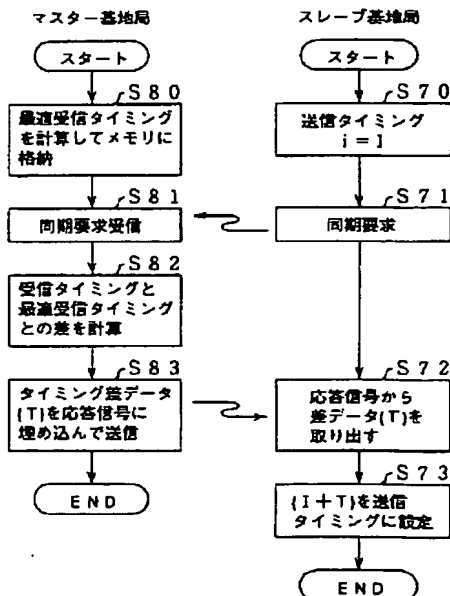
【図4】



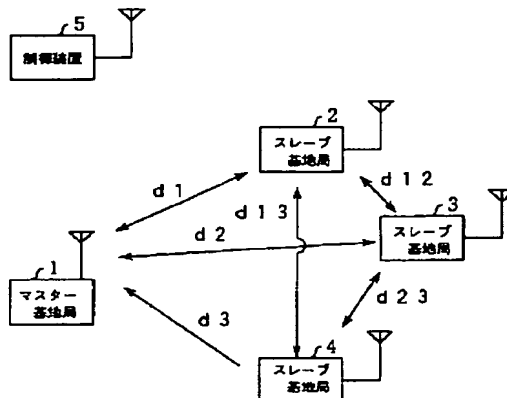
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

